

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PH	NL	MAT.
021328W0		DOSSIER

PUBLICATION NUMBER : 2000241815  
PUBLICATION DATE : 08-09-00

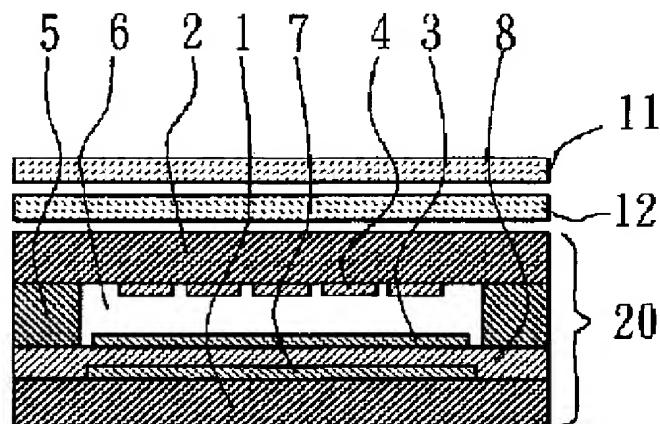
APPLICATION DATE : 23-02-99  
APPLICATION NUMBER : 11044431

APPLICANT : CITIZEN WATCH CO LTD;

INVENTOR : KANEKO YASUSHI;

INT.CL. : G02F 1/13363 G02F 1/1335 G02F 1/133 G02F 1/1337

TITLE : REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high contrast and bright reflection type liquid crystal display device in a single polarizing plate type liquid crystal display device provided with only one polarizing plate by attaining a black color with low reflectance ranging all wavelength region.

**SOLUTION:** The reflection type liquid crystal display device is provided with a 200-260° twisted STN liquid crystal element 20 incorporating a polarizing plate 11, an optical retardation plate 12 and a reflection layer 7. The  $\Delta n d$  value of the STN liquid crystal element 20 is 0.7-0.8  $\mu\text{m}$ , besides the retardation value R of the polarizing plate is 0.35-0.40  $\mu\text{m}$  and besides the crossing angle  $\alpha$  between the slow axis of the optical retardation plate and the absorption axis of the polarizing plate is 30-45°.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-241815  
(P2000-241815A)

(43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	サーチコード*(参考)		
G 0 2 F	1/13363	G 0 2 F	1/1335	6 1 0	2 H 0 8 9
	1/1335			5 2 0	2 H 0 9 0
	1/133		1/133	5 0 0	2 H 0 9 1
	1/1337		1/1337	5 0 0	

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平11-44431

(22)出願日 平成11年2月23日(1999.2.23)

(71)出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72)発明者 新井 真

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ

チズン時計株式会社技術研究所内

(72)発明者 金子 靖

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ

チズン時計株式会社技術研究所内

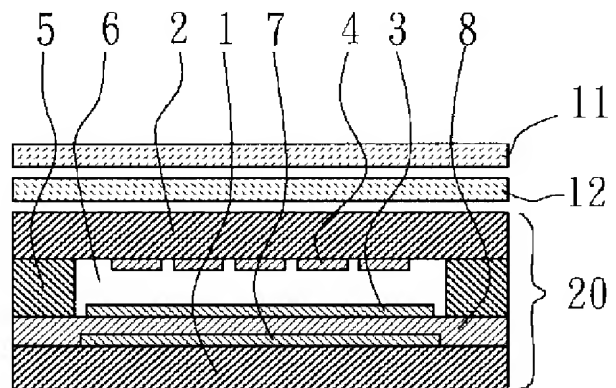
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 偏光板を1枚しか設けない単偏光板型液晶表示装置において、すべての波長にわたり低い反射率の黒を得ることで、高コントラストで、明るい反射型液晶表示装置を提供することである。

【解決手段】 偏光板11と、位相差板12と、反射層7を内在した $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$ ツイストのSTN液晶素子20を有し、STN液晶素子20の $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.8 \mu m$ であり、かつ位相差板の位相差値Rが $0.35 \sim 0.40 \mu m$ であり、かつ、位相差板の遅相軸と偏光板の吸収軸との公差角 $\alpha$ が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする反射型液晶表示装置を提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記1対の基板の間にツイスト角が $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、前記第2の基板の外側に設ける位相差板と、前記位相差板の外側に設ける偏光板とを備え、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$ であり、かつ、前記位相差板の複屈折量を示す位相差値Rが $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$ であり、かつ、前記位相差板の遅相軸と前記偏光板の吸収軸との交差角 $\alpha$ が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】 反射電極を有する第1の基板と透明電極を有する第2の基板と前記1対の基板の間にツイスト角が $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、前記第2の基板の外側に設ける位相差板と、前記位相差板の外側に設ける偏光板とを備え、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$ であり、かつ、前記位相差板の複屈折量を示す位相差値Rが $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$ であり、かつ、前記位相差板の遅相軸と前記偏光板の吸収軸との交差角 $\alpha$ が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項3】 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記基板のうちどちらか一方の基板に設けるカラーフィルタと前記1対の基板の間にツイスト角が $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、前記第2の基板の外側に設ける位相差板と、前記位相差板の外側に設ける偏光板とを備え、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$ であり、かつ、前記位相差板の複屈折量を示す位相差値Rが $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$ であり、かつ、前記位相差板の遅相軸と前記偏光板の吸収軸との公差角 $\alpha$ が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項4】 反射電極を有する第1の基板と透明電極を有する第2の基板と前記基板のうちどちらか一方の基板に設けるカラーフィルタと前記1対の基板の間にツイスト角が $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、前記第2の基板の外側に設ける位相差板と、前記位相差板の外側に設ける偏光板とを備え、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7$

$\sim 0.8 \mu\text{m}$ であり、

かつ、前記位相差板の複屈折量を示す位相差値Rが $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$ であり、

かつ、前記位相差板の遅相軸と前記偏光板の吸収軸との公差角 $\alpha$ が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項5】 前記位相差板の遅相軸と前記偏光板の透過軸との交差角 $\beta$ が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、または請求項4に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項6】 前記第2の基板の外側に、拡散層を設けたことを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、または請求項5に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項7】 前記位相差板の屈折率が、遅相軸方向を $n_x$ 、直交する方向を $n_y$ 、厚さ方向を $n_z$ と定義した場合、 $n_x > n_z > n_y$ の関係であることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5に記載の反射型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液晶表示装置の構成に関し、とくにバックライトを用いずに明るい白黒表示やカラー表示を実現する反射型液晶表示装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、反射型液晶表示装置は、1対の偏光板と、一方の偏光板の外側に配置した反射板の間に、TN（ツイステッドネマティック）液晶素子や、STN（スーパーツイステッドネマチック）液晶素子を設けた反射型液晶表示装置が主に用いられている。しかし、この方式では明るさが低く、さらに、反射板がガラス基板の外側にあるので、表示に影が生じるという問題がある。

【0003】上記の対策として、偏光板1枚で表示が可能な単偏光板型液晶表示装置が提案されている。偏光板が1枚であることから、従来の偏光板が2枚用いる反射型液晶表示装置より、明るさを改善することができる。

【0004】また、単偏光板型液晶表示装置では、反射板を液晶表示素子内部に形成することで、表示の影の問題も解決することが可能である。

【0005】この単偏光板型液晶表示装置は、1枚の偏光板と、1枚の位相差板と、反射層を内在した液晶素子とから構成され、たとえば特開平4-97121号公報に開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記従来技術には、良好な黒表示が実現できず、コントラストが低いという問題がある。良好な黒表示を得るためには、可視光領域のすべての波長において低い反射率を実現する必

要がある。

【0007】前述した従来技術の実施例では、電圧無印加状態であるオフ時に白表示で、電圧を印加したオン時に黒表示となるノーマリ白モードについて説明がなされており、このノーマリ白モードでは、良好な黒表示を得ることが難しく、その結果、コントラストが低い表示しか得られない。

【0008】そこで、良好な黒表示を得るために、電圧無印加状態のオフ時に黒表示で、電圧を印加したオン時に白表示となるノーマリ黒モードの反射型液晶表示装置が開発され、たとえば特開平7-84252号公報に開示されている。

【0009】しかし、この従来技術の液晶表示装置では、液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値や、位相差板の配置角や位相差値や、偏光板の配置角度の最適化が不充分であり、そのために、可視光領域のすべての波長において低い反射率を実現することはできず、コントラストは不充分である。

【0010】(発明の目的) 本発明の目的は、前述の従来技術の課題を解決し、すべての波長にわたり低い反射率の黒を得ることで、高コントラストで、かつ、明るい反射型液晶表示装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の反射型液晶表示装置は、反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記1対の基板の間にツイスト角が $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、前記第2の基板の外側に設ける位相差板と、前記位相差板の外側に設ける偏光板とを備え、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.8 \mu m$ であり、かつ、前記位相差板の複屈折量を示す位相差値 $R$ が $0.35 \sim 0.40 \mu m$ であり、かつ、前記位相差板の遅相軸と前記偏光板の吸収軸との公差角 $\alpha$ が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする。

【0012】またさらに、本発明による反射型液晶表示装置は、反射電極を有する第1の基板と透明電極を有する第2の基板と前記1対の基板の間にツイスト角が $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、第2の基板の外側に設ける位相差板と、前記位相差板の外側に設ける偏光板を有し、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.8 \mu m$ であり、かつ、前記位相差板の複屈折量を示す位相差値 $R$ が $0.35 \sim 0.40 \mu m$ であり、かつ、前記位相差板の遅相軸と前記偏光板の吸収軸との公差角 $\alpha$ が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする。

【0013】また、本発明による反射型液晶表示装置は、反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電

極を有する第2の基板と前記基板のうちどちらか一方の基板に設けるカラーフィルタと前記1対の基板の間にツイスト角が $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、前記第2の基板の外側に設ける位相差板と、前記位相差板の外側に設ける偏光板とからなり、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.8 \mu m$ であり、かつ前記位相差板の複屈折量を示す位相差値 $R$ が $0.35 \sim 0.40 \mu m$ であり、かつ前記位相差板の遅相軸と前記偏光板の吸収軸との公差角 $\alpha$ が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする。

【0014】また、本発明による反射型液晶表示装置は、反射電極を有する第1の基板と透明電極を有する第2の基板と前記基板のうちどちらか一方の基板に設けるカラーフィルタと前記1対の基板の間にツイスト角が $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、前記第2の基板の外側に設ける位相差板と、前記位相差板の外側に設ける偏光板とからなり、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.8 \mu m$ であり、かつ、前記位相差板の複屈折量を示す位相差値 $R$ が $0.35 \sim 0.40 \mu m$ であり、かつ、前記位相差板の遅相軸と前記偏光板の吸収軸との公差角 $\alpha$ が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする。

【0015】(作用) 本発明の反射型液晶表示装置の基本構成は、従来の単偏光板型液晶表示装置の基本構成と同一であるが、液晶素子の $\Delta n d$ 値、位相差板の位相差値、位相差板の配置角、および偏光板の配置角を、高コントラストが得られるノーマリ黒モードについて、光学シミュレーションと実測データを用いて、最適化を行った。

【0016】その結果、電圧無印加状態で、偏光板から入射した直線偏光は、位相差板と液晶素子を透過した状態で、すべての波長で円偏光となる。反射層で反射し、再度、液晶素子と位相差板を透過すると、偏光方向が $90^{\circ}$ 回転した直線偏光となり、偏光板に吸収され、完全な黒を得ることができる。

【0017】つまり、偏光板と位相差板と反射層を内在した液晶素子により、電圧無印加時の黒が良好で、かつ、偏光板が1枚で構成してあるので明るい白表示ができ、また、反射層が内在しているので表示の影も生じない、高コントラストの単偏光板型液晶表示装置を提供できる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下図面を用いて本発明を実施するための最良な形態における反射型液晶表示装置の構成を説明する。

【0019】(第1の実施形態の液晶表示装置の構成：図1、図2) はじめに、本発明の第1の実施形態における反射型液晶表示装置の構成を、図面を用いて説明す

る。図1は本発明の第1の実施形態における液晶表示装置の構成要素を説明するための断面図であり、図2は構成要素の配置関係を示す平面図である。以下、図1と図2を交互に用いて、本発明の反射型液晶表示装置の構成を説明する。

【0020】本発明の反射型液晶表示装置は、図1に示すように、液晶素子20と、液晶素子20の外側に設けた位相差板12と、位相差板12の外側に設けた偏光板11により構成する。偏光板11と位相差板12は、アクリル系粘着剤で一体化してあり、液晶素子20とも、アクリル系粘着剤で貼り付けてある。

【0021】液晶素子20は、アルミニウムからなる厚さ0.2 $\mu$ mの反射層7とアクリル系材料からなる厚さ2 $\mu$ mの保護膜8と透明電極材料であるITOからなる第1の電極3が形成されている厚さ0.5mmのガラス板からなる第1の基板1と、ITOからなる第2の電極4が形成されている厚さ0.5mmのガラス板からなる第2の基板2と、第1の基板1と第2の基板2を張り合わせるシール材5と、第1の基板1と第2の基板2に挟持されている左回り240°ツイスト配向しているネマチック液晶6とから形成している。

【0022】ITOからなる第1の電極3と第2の電極4の透過率は、明るさの点で重要である。ITOのシート抵抗値が低いほど、膜厚が厚くなり、透過率が低くなる。本実施の形態では、第2の電極4に、データ信号を印加したので、クロストークの影響が少なく、シート抵抗値100オームで厚さ0.05 $\mu$ mのITOを用い、平均透過率は、約92%である。

【0023】第1の電極3には、走査信号を印加しているので、クロストークを低下するためにシート抵抗値10オームで厚さ0.3 $\mu$ mのITOを用い、平均透過率は、約89%と低い。本実施の形態のように、少なくとも一方の基板に、透過率が90%以上の透明電極を用いることで、明るさを改善できる。

【0024】偏光板11は、なるべく明るく、かつ、偏光度が高いことが好ましく、本実施の形態では、透過率45%で偏光度99.9%の材料を使用した。偏光板11の表面に、屈折率の異なる無機薄膜を、真空蒸着法やスパッタリング法で数層コートした反射率が0.5%程度の無反射層を設けることで、偏光板11の表面反射が低下することで透過率が改善し、明るくなり、また、黒レベルが低下することでコントラストも改善し、さらに好ましい。

【0025】しかし、無機薄膜は高価であるので、最近では、1層～2層の有機材料をコートした塗布タイプの無反射膜が開発されており、反射率は1%前後と多少高いが、低価格であり、これらの無反射膜でも、無反射層として使用可能である。

【0026】位相差板12は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約70 $\mu$ mの透明フィルムで、波長

0.55 $\mu$ mの位相差値 $R=0.39\mu$ mである。位相差板12の屈折率は、遅相軸方向を $n_x$ 、直交する方向を $n_y$ 、厚さ方向を $n_z$ と定義した場合、 $n_x>n_z>n_y$ の関係となっている、いわゆるZタイプの位相差板を用いる。

【0027】このZタイプの位相差板を用いることで、視野角特性を改善でき好ましいが、もちろん、 $n_x>n_y=n_z$ の関係である通常の位相差板も使用可能である。

【0028】つぎに、各構成部材の配置関係を図2を用いて説明する。水平軸を基準にし、反時計回りを正の回転方向と定義する。図1において、第1の電極3と第2の電極4の表面には配向膜(図示せず)が形成され、図2に示すように、第1の基板1は、水平軸に対して、右上がり30°方向にラビング処理することで、下液晶分子配向方向6aは+30°となり、第2の基板2は右下がり30°方向にラビング処理することで上液晶分子配向方向6bは-30°となる。粘度20cPのネマチック液晶には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチPを11 $\mu$ mに調整し、左回りで240°ツイストのSTNモードの液晶素子20を形成する。

【0029】使用するネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ は0.131で、第1の基板1と第2の基板2のすきまであるセルギャップdは5.8 $\mu$ mとする。したがってネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ とセルギャップdとの積で表す液晶素子20の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値は0.76 $\mu$ mとなる。

【0030】偏光板11の吸収軸11aは、水平軸を基準にして、+30°に配置する。位相差板12の遅相軸12aは水平軸を基準にして+65°に配置しており、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとの公差角 $\alpha$ は35°になっている。

【0031】(第1の実施の形態の効果：図1、図7、図8、図9、図10)つぎに本実施の形態の液晶表示装置の効果について、図面を用いて説明する。

【0032】まず、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとの公差角 $\alpha$ の効果について説明する。図7は、偏光板11の遅相軸11aと位相差板12の遅相軸12aとのなす交差角 $\alpha$ と液晶表示装置のコントラストの関係を示すグラフで、曲線31がコントラストを示してしる。交差角 $\alpha$ が35°～40°でもっとも高いコントラストが得られ、交差角 $\alpha$ が30°以下や45°以上では、良好なコントラストは得られない。

【0033】交差角 $\alpha$ を35°に固定して、偏光板11と位相差板12を同時に回転して実験したところ、本実施の形態での配置角に対して±10°の範囲で良好なコントラストが得られ、配置角度の絶対値より、交差角 $\alpha$ の方が重要であることを見いだした。

【0034】つぎに、液晶素子20の複屈折量である $\Delta n d$ 値の効果について説明する。図8は液晶素子20の

$\Delta n d$  値とコントラストおよび電圧無印加時の黒表示の反射率との関係を説明するグラフで、曲線 32 がコントラストを示し、曲線 33 が黒の反射率を示す。

【0035】液晶素子 20 の  $\Delta n d$  値が大きくなると、コントラストは高くなり、 $\Delta n d$  が  $0.78 \mu\text{m}$  以上では飽和する。しかし、電圧無印加時のオフ状態の黒の反射率は、 $\Delta n d$  値が  $0.75 \mu\text{m}$  付近で最小となる。そのため、液晶素子 20 の  $\Delta n d$  値としては、 $0.70 \mu\text{m}$  から  $0.80 \mu\text{m}$  で良好な表示が得られ、とくに  $0.75 \sim 0.78 \mu\text{m}$  が好ましい。

【0036】つぎに、位相差板 12 の位相差値  $R$  の効果について説明する。図 9 は位相差板 12 の位相差値  $R$  とコントラストの関係を示すグラフで、曲線 34 はコントラストを示している。位相差値  $R$  が、 $0.38 \sim 0.39 \mu\text{m}$  で高いコントラストが得られ、 $0.35 \mu\text{m}$  以下や  $0.40 \mu\text{m}$  以上では、コントラストが低下し、良好な表示を得ることができない。

【0037】このように、位相差板 12 と偏光板 11 の公差角  $\alpha$ 、位相差板 12 の位相差値  $R$ 、液晶素子 20 の  $\Delta n d$  値を綿密に最適化することで、オフ状態で完全な黒表示を得ることができる。

【0038】図 10 に、本実施の形態に用いた単偏光板型液晶表示装置の反射特性を示す。曲線 35 は、本実施の形態の単偏光板型液晶表示装置の電圧無印加時の黒表示状態で、曲線 36 はオン電圧を印加時の白表示状態を示す。比較のために、特開平 7-84252 号公報の実施例 1 に記載されていたノーマリ黒モードの単偏光板型液晶表示装置を試作して評価し、曲線 37 は比較例の黒表示特性で、曲線 38 は比較例の白表示特性を示す。比較例は、 $240^\circ$  ツイストで  $\Delta n d$  値が  $0.65 \mu\text{m}$  の液晶素子で、位相差板の位相差値  $R$  は  $0.35 \mu\text{m}$  である。

【0039】図 1 において、偏光板 11 から入った直線偏光は、位相差板 12 と液晶素子 20 のネマチック液晶 6 を透過することで、可視光領域のすべて波長が円偏光となる。第 1 の電極 3 や保護膜 8 は複屈折性をもたないので、偏光状態は変化せずに円偏光のままで反射層 7 に到達する。

【0040】反射層 7 で反射した円偏光は、再度、ネマチック液晶 6 と位相差板 12 を透過することにより、直線方向が  $90^\circ$  回転した直線偏光に戻り、偏光板 11 で吸収され、図 10 の曲線 35 に示したような、良好な黒表示が得られる。

【0041】図 10 の曲線 37 に示した比較例の電圧無印加状態では、短波長と長波長の光が漏れ良好な黒表示はできず、紫色の黒表示となり、コントラストが低下する。

【0042】つぎに、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に、電圧を印加すると、ネマチック液晶 6 の分子が立ち上がり、液晶素子 20 の実質的な  $\Delta n d$  値が減少する。

そのため、偏光板 11 から入射した直線偏光は、位相差板 12 とネマチック液晶 6 を透過しても完全な円偏光とはならず、楕円偏光や直線偏光となる。

【0043】この電圧印加によってネマチック液晶 6 で発生する複屈折量を  $1/4$  波長相当に設定すると、偏光板より入射した直線偏光は回転せずそのまま戻るため、図 10 の曲線 36 に示したように、明るく、良好な白表示を得ることができる。

【0044】図 10 の曲線 38 に示した比較例の電圧印加状態では、長波長側の反射率が低く、良好な白表示はできず、青みを帯びた暗い白表示であった。

【0045】このように、偏光板 11 と位相差板 12 と反射層 7 を内在した液晶素子 20 を用い、液晶素子 20 の  $\Delta n d$  値を  $0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 、位相差板 12 の位相差値  $R$  を  $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$ 、偏光板 11 の吸収軸 11a と位相差板 12 の遅相軸 12a との公差角  $\alpha$  を  $30^\circ \sim 45^\circ$  とすることで良好な黒表示が得られ、その結果、明るく、高コントラストの反射型液晶表示装置を提供できる。

【0046】(第 1 の実施の形態の変形例) 本実施の形態では、偏光板 11 の吸収軸 11a と位相差板 12 の遅相軸 12a となす角度を交差角  $\alpha$  と定義したが、偏光板 11 を  $90^\circ$  回転しても、視野角特性が多少異なるが、ほぼ同じ表示特性が得られる。したがって、偏光板 11 の透過軸と位相差板 12 の遅相軸 12a とのなす角度を交差角  $\beta$  と定義すると、交差角  $\beta$  が  $30^\circ \sim 45^\circ$  の範囲でも、良好な表示特性が得られる。

【0047】本実施の形態では、液晶素子 20 として、 $240^\circ$  ツイストの STN モードの液晶素子を用いたが、ツイスト角が  $200^\circ \sim 260^\circ$  STN 液晶素子でも、偏光板 11 と位相差板 12 の公差角  $\alpha$  を保ったまま、偏光板 11 と位相差板 12 の配置角度を調整することで、同様な反射型液晶表示装置が得られる。

【0048】本実施の形態では、位相差板 12 として、ポリカーボネートを延伸したフィルムを用いたが、液晶を含有したフィルムを延伸し、温度により位相差値が変化する温度補償型位相差板を用いると、高温や低温での明るさやコントラストが改善し、より良好な反射型液晶表示装置が得られる。

【0049】本実施の形態では、反射層 7 を、第 1 の電極 3 とは別に形成したが、第 1 の電極をアルミニウムや銀等の金属で形成することで、反射層 7 と兼用した反射電極とすることで、構造を単純化することも可能である。また、表示に影は発生するが、反射層 7 を第 1 の基板 1 の外側に配置しても、同様な効果は得られる。

【0050】(第 2 の実施の形態) つぎに、本発明の第 2 の実施の形態の反射型液晶表示装置の構成について説明する。第 2 の実施の形態の反射型液晶表示装置は、液晶素子のツイスト角、位相差板と偏光板の配置角度、拡散層を備えること、反射層の代わりに反射電極を用いる

ことが、第1の実施の形態の構成と異なっている。

【0051】（液晶表示装置の構成：図3、図4）本発明の第2の実施形態における反射型液晶表示装置の構成を、図面を用いて説明する。図3は本発明の第2の実施形態における液晶表示装置の構成要素を説明するための断面図で、図4は構成要素の配置関係を示す平面図である。以下、図3と図4を交互に用いて、本発明の反射型液晶表示装置の構成を説明する。

【0052】本発明の第2の実施の形態の反射型液晶表示装置は、図3に示すように、液晶素子21と、液晶素子21の外側に設けた拡散層15と、拡散層15の外側に設けた位相差板12と、位相差板12の外側に設けた偏光板11により構成する。偏光板11と位相差板12は、アクリル系粘着剤で一体化してある。

【0053】液晶素子21は、アルミニウムからなる厚さ0.2 $\mu$ mの反射電極9が形成されている厚さ0.5mmのガラス板からなる第1の基板1と、ITOからなる膜厚が0.05 $\mu$ mの透明電極10が形成されている厚さ0.5mmのガラス板からなる第2の基板2と、第1の基板1と第2の基板2を張り合わせるシール材5と、第1の基板1と第2の基板2に挟持されている左回り220°ツイスト配向しているネマチック液晶6とから形成してある。

【0054】拡散層15は、反射電極9で反射した光を散乱し、広視野角で明るい表示を得るために設けてある。外部から入射する光はなるべく前方に散乱透過し、後方散乱が少ないものが、高コントラストが得られて好ましい。ここでは、粘着剤に微粒子を混合した厚さ30 $\mu$ mの散乱性粘着剤を、拡散層15として用い、液晶素子21と位相差板12の粘着剤としても兼用している。

【0055】偏光板11は、第1の実施の形態で用いたものと同一である。

【0056】位相差板12は、ポリカーボネート（PC）を延伸した厚さ約70 $\mu$ mの透明フィルムで、波長0.55 $\mu$ mの位相差値Rは0.35 $\mu$ mである。位相差板12の屈折率は、遅相軸方向をnx、直交する方向をny、厚さ方向をnzと定義した場合、nx>ny=nzの関係となっている通常タイプの位相差板を用いた。

【0057】つぎに、各構成部材の配置関係を図4を用いて説明する。水平軸を基準にし、反時計回りを正の回転方向と定義する。図3において、反射電極9と透明電極10の表面には配向膜（図示せず）が形成され、図4に示すように、第1の基板1は、水平軸に対して、右上がり20°方向にラビング処理することで、下液晶分子配向方向6aは+20°となり、第2の基板2は右下がり20°方向にラビング処理することで上液晶分子配向方向6bは-20°となる。粘度20cPのネマチック液晶には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチPを11 $\mu$ mに調整し、左回りで220°ツイ

ストのSTNモードの液晶素子21を形成する。

【0058】使用するネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ は0.131で、第1の基板1と第2の基板2のすきまであるセルギャップdは5.8 $\mu$ mとする。したがって、ネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ とセルギャップdとの積で表す液晶素子21の複屈折量を示す $\Delta nd$ 値は0.76 $\mu$ mとなる。

【0059】偏光板11の吸収軸11aは、水平軸を基準にして、+15°に配置する。位相差板12の遅相軸12aは、図4に示すように、水平軸を基準にして+55°に配置しており、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとのなす公差角 $\alpha$ は40°になっている。

【0060】（第2の実施の形態の効果：図3）つぎに、本実施の形態の液晶表示装置の効果について、説明する。

【0061】まず、偏光板11と位相差板12の配置角度であるが、位相差板12の遅相軸12aの配置角度を水平軸を基準にして55°とし、第1の実施の形態とは変更したが、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとの交差角 $\alpha$ の効果については、第1の実施の形態とほぼ同じ傾向を示し、交差角 $\alpha$ が38°～43°で最も高いコントラストが得られ、交差角 $\alpha$ が30°以下や45°以上では、良好なコントラストは得られない。

【0062】つぎに、液晶素子21の $\Delta nd$ 値の効果についても、第1の実施の形態とほぼ同一傾向を示し、液晶素子21の $\Delta nd$ 値が大きくなると、コントラストは高くなる。しかし、電圧無印加時のオフ状態の黒の反射率は、 $\Delta nd$ 値が0.75 $\mu$ m付近で最小となる。そのため、液晶素子21の $\Delta nd$ 値としては、0.70 $\mu$ mから0.80 $\mu$ mで良好な表示が得られ、とくに0.75～0.77 $\mu$ mが好ましい。

【0063】つぎに、位相差板12の位相差値Rの効果について説明する。液晶素子21のツイスト角は220°と、第1の実施の形態のツイスト角240°より小さくなっている。そのために、位相差板12の位相差値Rは、第1の実施の形態より少し小さい値が好ましく、位相差値Rが0.35～0.36 $\mu$ mで高いコントラストが得られ、0.34 $\mu$ m以下や0.40 $\mu$ m以上ではコントラストが低下し、良好な表示を得ることができない。

【0064】このように、位相差板12と偏光板11の公差角 $\alpha$ 、位相差板12の位相差値R、液晶素子21の $\Delta nd$ 値を綿密に最適化することで、オフ状態で完全な黒表示を得ることができる。

【0065】図3において、偏光板11から入った直線偏光は、位相差板12と液晶素子21のネマチック液晶6を透過することで、可視光領域のすべて波長が、円偏光となる。拡散層15には、位相差値をほとんどもた



ず、偏光状態を変化させない材料を用いたので、偏光状態への影響は無視できる。

【0066】反射電極9で反射した円偏光は、再度、ネマチック液晶6と位相差板12を透過することで、直線方向が90°回転した直線偏光に戻り、偏光板11で吸収され、良好な黒表示が得られる。

【0067】なお、拡散層15は、第2の基板2から偏光板11の間、あるいは偏光板11の表面の、どこに配置してもよいが、表示ボケを減らすために、なるべく第2の基板2の近くが好ましい。さらに、第2の基板2の厚さも、なるべく薄いほうが、表示ボケが少なく好ましく、本実施の形態では厚さ0.5mmとした。

【0068】つぎに、反射電極9と透明電極10の間に、電圧を印加すると、ネマチック液晶分子6が立ち上がり、液晶素子21の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。そのため、偏光板11から入射した直線偏光は、位相差板12とネマチック液晶6を透過しても完全な円偏光とはならず、楕円偏光や直線偏光となる。

【0069】この電圧印加によりネマチック液晶6で発生する複屈折量を1/4波長相当に設定すると、偏光板より入射した直線偏光は、回転せずそのまま戻るため、明るく、良好な白表示を得ることができる。

【0070】このように、偏光板11と位相差板12と反射電極9を内在した液晶素子21を用い、液晶素子21の $\Delta n d$ 値を0.7~0.8 $\mu\text{m}$ 、位相差板12の位相差値Rを0.35~0.40 $\mu\text{m}$ 、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとの公差角 $\alpha$ を30°~45°とすることで良好な黒表示が得られ、その結果、明るく、高コントラストの反射型液晶表示装置を提供できる。

【0071】(第2の実施の形態の変形例) 本実施の形態では、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとなす角度を交差角 $\alpha$ と定義したが、偏光板11を90°回転しても、視野角特性が多少異なるが、ほぼ同じ表示特性が得られる。したがって、偏光板11の透過軸と位相差板12の遅相軸12aとなす角度を交差角 $\beta$ と定義すると、交差角 $\beta$ が30°~45°の範囲でも、良好な表示特性が得られる。

【0072】本実施の形態では、液晶素子21として、220°ツイストのSTNモードの液晶素子を用いたが、ツイスト角が200°~260°STN液晶素子でも、偏光板11と位相差板12の公差角 $\alpha$ を保ったまま、偏光板11と位相差板12の配置角度を調整することで、同様な反射型液晶表示装置が得られる。

【0073】本実施の形態では、反射電極9により、第1の実施の形態で用いた反射層と第1の電極とを兼用したが、第1の実施の形態のように、第1の基板1上に反射層7を形成し、ショートを防ぐために保護膜8で挟んで、透明な第1の電極3を形成することも可能である。

【0074】また、この実施の形態では、位相差板12

として、PCを1軸延伸し、Z軸方向の屈折率 $n_z$ が、遅相軸方向の屈折率 $n_x$ と直角方向の屈折率 $n_y$ に対して、 $n_x > n_y = n_z$ となっている通常タイプの位相差板を用いたが、多軸延伸し、 $n_x > n_z > n_y$ となっている、いわゆるZタイプの位相差板や、ポリビニルアルコール(PVA)やポリプロピレン(PP)、アクリルやポリスチレンなどの材料を延伸した位相差板でも、同様な効果が得られる。

【0075】(第3の実施の形態) つぎに、本発明の第3の実施の形態の反射型液晶表示装置の構成について説明する。第3の実施の形態の反射型液晶表示装置は、反射層7と第1の電極3との間にカラーフィルタを備えることで、カラー表示が可能となっていることが、第1の実施の形態の構成と異なっている。

【0076】(液晶表示装置の構成: 図2、図5、図6) 本発明の第3の実施形態における反射型液晶表示装置の構成を、図面を用いて説明する。図5は本発明の第3の実施形態における液晶表示装置の構成要素を説明するための断面図で、図6は、本実施の形態に用いるカラーフィルタの形状を示す平面図である。本発明の構成要素の配置関係は、第1の実施の形態に用いた平面図である図2と全く同一であるので、省略した。以下、図2と図5と図6を交互に用いて、本発明の反射型液晶表示装置の構成を説明する。

【0077】本発明の反射型カラー液晶表示装置は、図5に示すように、液晶素子22と、液晶素子21の外側に設けた拡散層15と、拡散層15の外側に設けた位相差板12と、位相差板12の外側に設けた偏光板11により構成する。偏光板11と位相差板12は、アクリル系粘着剤で一体化してある。

【0078】液晶素子22は、アルミニウムからなる厚さ0.2 $\mu\text{m}$ の反射層7と、赤フィルタR、緑フィルタG、青フィルタBの3色からなる厚さ1 $\mu\text{m}$ のカラーフィルタ13と、アクリル系材料からなる厚さ2 $\mu\text{m}$ の保護膜8と、透明電極材料であるITOからなる第1の電極3が形成されている厚さ0.5mmのガラス板からなる第1の基板1と、ITOからなる第2の電極4が形成されている厚さ0.5mmのガラス板からなる第2の基板2と、これらの第1の基板1と第2の基板2を張り合わせるシール材5と、第1の基板1と第2の基板2に挟持されている左回り240°ツイスト配向しているネマチック液晶6とから形成してある。

【0079】拡散層15は、反射層7で反射した光を散乱し、広視野角で明るい表示を得るために設けてある。入射する光はなるべく前方に散乱透過し、後方散乱が少ないものが、高コントラストが得られて好ましい。ここでは、第2の実施の形態で用いたもの同一である厚さ30 $\mu\text{m}$ の散乱性粘着剤を拡散層15として用い、液晶素子22と位相差板12の粘着剤としても兼用している。



【0080】偏光板11と位相差板12は、第1の実施の形態で用いたものと同一である。

【0081】カラーフィルタ13は、赤フィルタRと、緑フィルタGと、青フィルタBの3色で構成され、図6に示すように、本実施の形態では、第2の電極4と平行になる縦ストライプ形状とする。各カラーフィルタの幅は、第2の電極4の幅より広く形成し、すきまが生じないようにしてある。カラーフィルタ13の間にすきまが生じると、入射光が増加し、明るくはなるが、表示色に白の光が混色し、色純度が低下するので、好ましくない。

【0082】カラーフィルタ13は、明るさを改善するために分光スペクトルにおける最大透過率が高くなるべく高いことが好ましく、各色の最大透過率は80%以上が良く、90%以上が最も好ましい。また、分光スペクトルにおける最小透過率も20%～50%と高くする必要がある。

【0083】カラーフィルタ13としては、顔料分散型、染色型、印刷型、転写型、電着型などが使えるが、アクリル系やPVA系の感光性樹脂に顔料を分散させた顔料分散型が耐熱温度が高く、色純度も良いので、もっとも好ましい。

【0084】このような高透過率のカラーフィルタを得るために、第1の基板1にアルミニウム薄膜の反射層7を形成し、反射層7の表面を陽極酸化処理で不活性化させた後、感光性樹脂に顔料を10～15%配合したカラーレジストを、スピンナーを用いて第1の基板1に塗布し、露光工程と現像工程を行い、厚さが1 $\mu$ m程度でも、透過率が高いカラーフィルタ13を形成した。

【0085】つぎに、各構成部材の配置関係は、図2に示した第1の実施形態と同一であるが、簡単に説明する。図5における第1の電極3と第2の電極4の表面には配向膜(図示せず)が形成され、図2に示すように、第1の基板1は、水平軸にたいして、右上がり30°方向にラビング処理することで、下液晶分子配向方向6aは+30°となり、第2の基板2は右下がり30°方向にラビング処理することで上液晶分子配向方向6bは-30°となる。粘度20cPのネマチック液晶には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチPを11 $\mu$ mに調整し、左回りで240°ツイストのSTNモードの液晶素子22を形成する。

【0086】使用するネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ は0.131で、第1の基板1と第2の基板2のすきまであるセルギャップdは5.8 $\mu$ mとする。したがってネマチック液晶6の複屈折の差 $\Delta n$ とセルギャップdとの積で表す液晶素子22の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値は0.76 $\mu$ mとなる。

【0087】偏光板11の吸収軸11aは、水平軸を基準にして、+30°に配置する。位相差板12の遅相軸12aは水平軸を基準にして+65°に配置しており、

偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとの公差角 $\alpha$ は35°になっている。

【0088】(第3の実施の形態の効果：図5) つぎに、本実施の形態の液晶表示装置の効果について説明する。第1の実施の形態で説明したように、電圧無印加のオフ状態では、良好な黒表示を得ることができる。

【0089】図5において、偏光板11から入った直線偏光は、位相差板12とネマチック液晶6を透過することで、可視光領域のすべての波長が、円偏光となる。第1の電極3や保護膜8やカラーフィルタ13は、まったく複屈折性をもたないので、偏光状態は変化せずに円偏光のまままで反射層7に到達する。

【0090】反射層7で反射した円偏光は、ネマチック液晶6と位相差板12を透過することで、偏光方向が90°回転した直線偏光に戻り、偏光板11で吸収され、完全な黒表示が得られる。

【0091】つぎに、第1の電極3と第2の電極4の間に、電圧を印加すると、ネマチック液晶6の分子が立ち上がり、液晶素子22の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。そのため、偏光板11から入射した直線偏光は、位相差板12とネマチック液晶6を透過することで、楕円偏光や直線偏光に戻る。

【0092】この電圧印加によって液晶素子22で発生する複屈折性を1/4波長相当に設定すると、偏光板より入射した直線偏光は、回転せずそのまま戻るので、拡散層15で散乱し、明るく、良好な白表示を得ることができる。

【0093】そして、表示画素のオンとオフを組み合わせることで、カラー表示が可能となる。たとえば、赤フィルタRをオン(白)とし、緑フィルタGと青フィルタBをオフ(黒)とすることで、赤表示が可能となる。

【0094】この実施の形態の反射型表示装置は、反射率が高く、かつ、コントラスト比が10以上と高い値が得られたので、彩度の高く、明るいカラー表示が得られた。

【0095】このように、偏光板11と位相差板12と拡散層15と、反射層7とカラーフィルタ13を内在した液晶素子22とを用いることで、明るく、高コントラストで、高彩度のカラー表示が可能な反射型液晶表示装置を提供できる。

【0096】(第3の実施の形態の変形例) 本実施の形態では、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとなす角度を交差角 $\alpha$ と定義したが、偏光板11を90°回転しても、視野角特性が多少異なるが、ほぼ同じ表示特性が得られる。したがって、偏光板11の透過軸と位相差板12の遅相軸12aとのなす角度を交差角 $\beta$ と定義すると、交差角 $\beta$ が30°～45°の範囲でも、良好な表示特性が得られる。

【0097】本実施の形態では、液晶素子22として、240°ツイストのSTNモードの液晶素子を用いた

が、ツイスト角が $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$  STN液晶素子でも、偏光板11と位相差板12の公差角 $\alpha$ を保ったまま、偏光板11と位相差板12の配置角度を調整することで、同様な反射型カラー液晶表示装置が得られる。

【0098】本実施の形態では、反射層7を、第1の電極3の下側に保護膜8を挟んで形成したが、第2の実施の形態のように、第1の電極3をアルミニウムや銀等の金属で形成することで、反射層7と兼用した反射電極とし、反射電極上に直接、カラーフィルタ13を形成することも可能である。

【0099】また、本実施の形態では、カラーフィルタ13を第1の基板1に設けたが、第2の基板2の内側で、第2の電極4と第2の基板2の間にカラーフィルタ13を形成することも可能である。しかし、カラーフィルタ13を第1の基板に設ける方が、保護膜8を、カラーフィルタ13の平坦化と、反射膜7と第1の電極3との絶縁層を兼ねることが可能となり、好ましい。

【0100】また、本実施の形態では、カラーフィルタ13として、赤緑青の3色を用いたが、シアン、イエロー、マゼンタの3色のカラーフィルタを用いても、同様に、明るいカラー表示が可能である。

【0101】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、偏光板11と位相差板12と反射層7を内在した液晶素子20を用いることで、良好な黒表示を得ることが可能となり、その結果、明るく、高コントラストの反射型液晶表示装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態における反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態および第3の形態における反射型液晶表示装置の配置関係を示す平面図である。

【図3】本発明の第2の実施形態における反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図4】本発明の第2の実施形態における反射型液晶表示装置の配置関係を示す平面図である。

【図5】本発明の第3の実施形態における反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図6】本発明の第3の実施形態における反射型液晶表示装置に用いるカラーフィルタと第2の電極の形状を示す平面図である。

【図7】本発明の第1の実施形態における位相差板の遅相軸と偏光板の吸収軸との公差角 $\alpha$ とコントラストの関係を説明するためのグラフである。

【図8】本発明の第1の実施形態における液晶素子の $\Delta n d$ 値とコントラストおよび黒表示の反射率の関係を説明するためのグラフである。

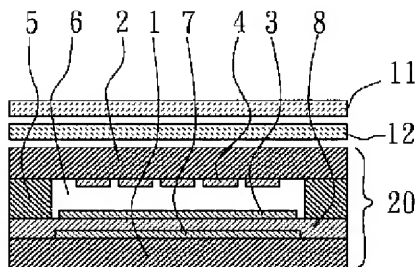
【図9】本発明の第1の実施形態における位相差板の位相差値Rとコントラストの関係を説明するためのグラフである。

【図10】本発明の第1の実施形態における反射型液晶表示装置および比較例の反射型液晶表示装置の分光反射率曲線である。

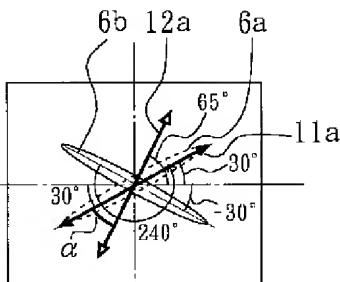
【符号の説明】

- |               |              |
|---------------|--------------|
| 1：第1の基板       | 2：第2の基板      |
| 3：第1の電極       |              |
| 4：第2の電極       | 5：シール材       |
| 6：ネマチック液晶層    |              |
| 6a：下液晶分子配向方向  | 6b：上液晶分子配向方向 |
| 7：反射層         | 8：保護膜        |
| 9：反射電極        |              |
| 10：透明電極       | 11：偏光板       |
| 11a：偏光板の吸収軸   |              |
| 12：位相差板       | 12a：位相差板の遅相軸 |
| 13：カラーフィルタ    | 15：拡散層       |
| 20、21、22：液晶素子 | R：赤フィルタ      |
| G：緑フィルタ       | B：青フィルタ      |

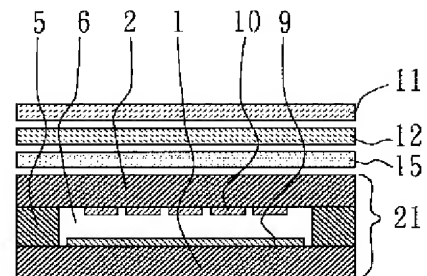
【図1】



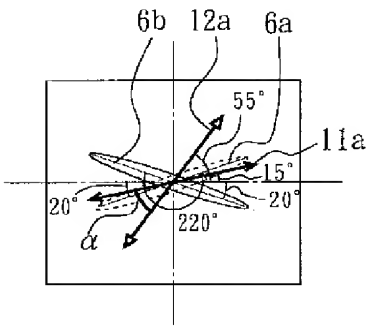
【図2】



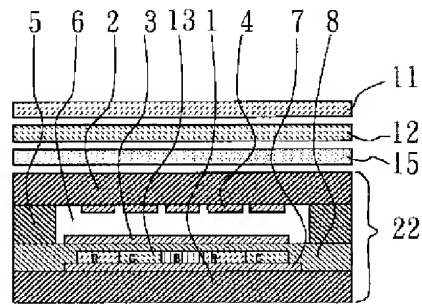
【図3】



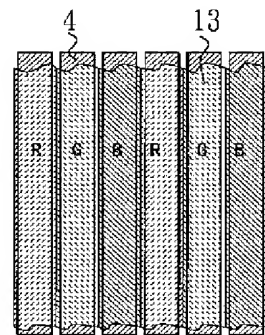
【図4】



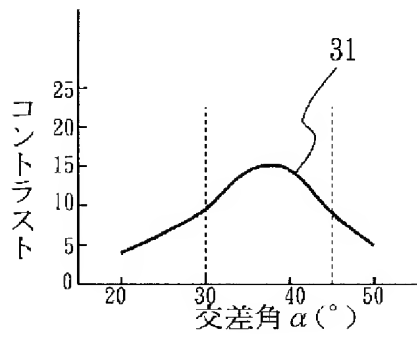
【図5】



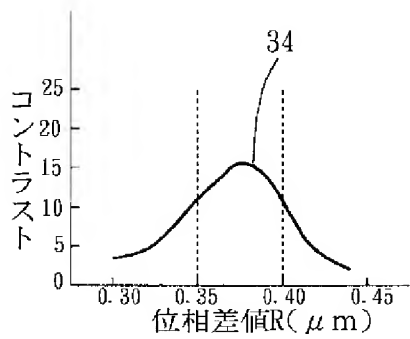
【図6】



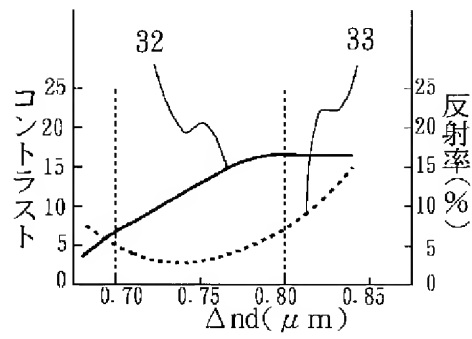
【図7】



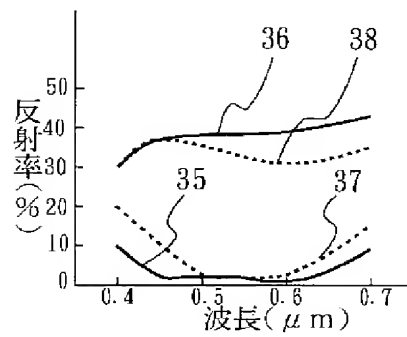
【図9】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H089 QA16 RA10  
2H090 KA08 LA01 LA09 LA10 LA20  
MA02 MA06 MB01  
2H091 FA02Y FA08X FA11X FA14Y  
FA31X FA37X FB02 FB06  
FB08 FB12 FB13 FC01 FC02  
FC07 FC10 FC25 FD04 FD10  
FD15 GA02 GA06 GA16 GA17  
HA10 KA02 KA03 KA04 LA16  
LA17